

► DIRECTION DES ETUDES ECONOMIQUES ET DE L'EVALUATION ENVIRONNEMENTALE

► DOCUMENT DE TRAVAIL

RÉGULATION DU BRUIT À ROISSY : EFFICACITÉ ET INSTRUMENTS ÉCONOMIQUES

Dominique BUREAU

Série Etudes
N°02-E06



Site internet : <http://www.environnement.gouv.fr>
20 avenue de Ségur - 75302 Paris 07 SP

► RESUME

Pour les riverains d'un aéroport, le bruit constitue la nuisance la plus sensible.

La régulation de la gêne sonore apparaît déterminante dans toutes les dimensions de la gestion aéroportuaire, qu'il s'agisse de la réflexion sur le développement des plates-formes ou de celles sur la tarification et l'attribution des créneaux horaires.

Le plafonnement de l'utilisation de Roissy au regard du bruit pourrait avantageusement être mis en œuvre en recourant à une approche économique, utilisant le « signal-prix », dans une perspective de stratégie gagnant-gagnant, pour les riverains et les passagers des compagnies aériennes.

Elle peut être réalisée, soit par une différenciation de la tarification des créneaux, soit par l'introduction d'un marché de permis d'émissions pour le bruit. L'absence d'autorité unique, qui serait pleinement responsable de cette tarification, et la nature des acteurs concernés suggèrent de privilégier la seconde solution.

Ce document n'engage que ses auteurs et non les institutions auxquelles ils appartiennent. L'objet de cette diffusion est de stimuler le débat et d'appeler des commentaires et des critiques.

Sommaire

LES ENJEUX.	5
L'évaluation de la gêne sonore	5
Le bruit des aéroports	6
La régulation des nuisances sur Roissy-Charles-de-Gaulle	9
VERS UNE APPROCHE ECONOMIQUE DE LA REGULATION DE LA GENE SONORE.....	10
Principes d'une gestion efficace.....	10
Pertinence pour la gestion aéroportuaire	12
Tarification ou marché d'autorisations	13
LES GAINS PROCURES PAR UNE APPROCHE ECONOMIQUE.....	15
Estimation sommaire : ajustement combiné du trafic et du taux d'emport.....	15
Portée du modèle et extensions possibles	18
Prise en compte des reports horaires	19

INTRODUCTION

Les impacts environnementaux dus au fonctionnement d'une plate-forme aéroportuaire sont de diverses natures. Tout d'abord, il faut considérer les pollutions directement liées à l'activité aéroportuaire. Ce sont évidemment les pollutions et nuisances des transports (bruit et risques des avions ; pollutions atmosphériques des avions et des transports terrestres, en particulier de desserte). Il faut aussi prendre en compte les pollutions des activités industrielles associées par les centrales d'énergie, de chauffage et de climatisation. Enfin il faut rappeler les problèmes liés au « management environnemental » de l'aéroport : ressources en eau potable ; gestion des déchets banals (emballages, ferrailles, déchets de restauration, et des bureaux) ou spéciaux (huiles, piles et batteries, peintures, solvants, tubes fluorescents) ; impact de la plate-forme sur le fonctionnement des milieux, avec notamment la gestion du ruissellement des eaux pour protéger les sols et les nappes.

L'ensemble de ces questions tend maintenant à être intégré dans la gestion des grandes plate-formes comme Roissy Charles de Gaulle, ce qui se traduit notamment par un processus de certification (ISO 14001), et par la publication chaque année, par Aéroports de Paris, d'un rapport « Environnement et partenariat ». Le cas des nuisances sonores demeure cependant mal résolu. Celles-ci se trouvent pourtant au cœur des relations entre la plate-forme et ses riverains, l'efficacité de leur régulation conditionnant l'acceptabilité par ceux-ci de ses éventuels développements ou de ses modifications d'exploitation, couloirs aériens par exemple.

Les leviers d'action sur le bruit sont nombreux, puisque l'on peut combiner pour le réduire des mesures sur la technologie des avions, sur le trafic, sur les procédures opérationnelles, avec la prévention ou l'indemnisation des zones urbanisées. Mais comment combiner efficacement des mesures de natures très différentes, mettant en cause simultanément tous les acteurs du transport aérien ? Comment concilier les intérêts des usagers et ceux des riverains ?

Ces questions ont été au cœur des controverses sur la création éventuelle de nouvelles pistes à Roissy, et du débat sur « un troisième site aéroportuaire international », l'horizon de saturation de Roissy étant conditionné par les mesures éventuelles de plafonnement prises pour diminuer la gêne sonore de ses riverains. La solution qui avait émergé, qui aurait consisté à combiner un plafonnement à 55 millions de passagers de Roissy, avec la réalisation rapide d'une nouvelle plate-forme, n'apparaît pas satisfaisante.

Au delà même de la question du choix du site, il apparaît en effet que l'économie des grandes plate-formes est complexe. D'un côté, le renforcement des capacités à proximité du centre de l'agglomération est générateur de nuisances sonores. De l'autre, l'éloignement d'un nouvel aéroport est synonyme de coûts de transports d'accès élevés, et donc d'autres nuisances. Si l'on y ajoute que la compatibilité avec la gestion de « hub » est incertaine, sa capacité de transfert risque d'être faible (Delache, 2001). A contrario, la valeur qu'accordent les usagers de l'aérien à leur mobilité semble suffisamment élevée pour envisager un scénario de développement sur place, qui devrait alors être associé à l'indemnisation des riverains et à la maîtrise de l'urbanisation (Chatelus et Moura, 2001). Historiquement on peut observer d'ailleurs que la capacité « nominale » des plate-formes a souvent été dépassée, avec un trafic actuel supérieur de 50 à 70 % aux estimations des années soixante-dix. Dans cette

perspective, la sélection d'un site ne devrait être qu'une mesure de précaution, pour éviter une urbanisation irréversible, en aucun cas une décision de réalisation.

Encore faut-il préciser plus avant les conditions d'une meilleure gestion de l'existant, au bénéfice simultané des riverains et des usagers aériens ? L'idée qui est développée ici est qu'une approche économique de la régulation de la gêne sonore peut grandement y contribuer.

Indépendamment de la perspective d'un débat public sur la politique aéroportuaire, l'examen de cette question trouve un second motif d'intérêt, du fait de la proposition de réglementation européenne du 20 juin 2001, qui ouvre la possibilité de prendre en compte des critères d'ordre environnemental dans l'attribution des créneaux horaires, en particulier le bruit et la taille des appareils.

Après avoir rappelé les enjeux et conditions de gestion actuels du bruit autour de Roissy, on examine donc ce que serait une approche économique de sa régulation. On évaluera ensuite les gains apportés par un tel recours à la tarification ou à des marchés de permis d'émission, pour réguler la gêne sonore d'une plate forme comme Roissy.

1 – LES ENJEUX

1-1 - L'évaluation de la gêne sonore

Les nuisances sonores sont variables avec l'éloignement des pistes, et celui des axes de décollage et d'atterrissage : latéralement, le bruit diminue assez vite quand on s'éloigne des pistes ; dans l'axe des pistes, la nuisance peut concerner des zones relativement éloignées. Quantifier la gêne sonore pose des difficultés, mais n'est pas hors d'atteinte. Si sa perception est éminemment variable d'une personne à l'autre, des méthodes éprouvées permettent maintenant de mesurer la valeur économique de la gêne occasionnée. Le rapport Boîteux (2001) a établi récemment un état de l'art en ce domaine.

Il constate tout d'abord qu'une première difficulté tient à ce que le caractère gênant du bruit résulte d'un grand nombre de paramètres, en particulier de son niveau qui peut être fort ou faible, continu ou variable, de sa hauteur (grave ou aiguë), ou encore de sa durée ou sa signification subjective (désagréable et gênante). D'autres caractéristiques temporelles viennent compléter la description du bruit : son niveau maximum, son caractère impulsionnel, son caractère stable, continu ou intermittent, etc. Plusieurs indicateurs de mesure ont été construits pour intégrer ces éléments.

Les valeurs de pression acoustique pouvant s'étendre sur une plage considérable, on utilise en général une échelle logarithmique, plus pratique à manipuler, et qui a l'avantage de correspondre à la variation de la sensation de l'oreille humaine. On caractérise ainsi un bruit par son niveau de pression acoustique (ou niveau sonore), exprimé en décibels (dB). Cependant, l'oreille humaine n'a pas la même sensibilité au bruit sur toutes les fréquences : très sensible dans les médiums, elle perçoit moins bien les graves et les aigus. Ceci a conduit à mettre au point des unités dites physiologiques, tenant compte de la sensation effective de l'oreille humaine, par l'intermédiaire de courbes de pondération (A). Le bruit étant essentiellement variable dans le temps, on a recours enfin, pour caractériser le bruit perçu sur un intervalle de temps donné, à des indices soit énergétiques, soit statistiques. Le niveau de bruit équivalent, exprimé en décibels A et noté LAeq(T), par exemple, représente le niveau de bruit constant qui aurait été produit avec la même énergie que le bruit existant réellement pendant la période T considérée. Il exprime donc la moyenne de l'énergie reçue. Il est primordial de garder à l'esprit cependant qu'un indicateur sonore de ce type n'a aucun sens s'il n'est pas accompagné de la période et de l'emplacement auxquels il correspond.

Pour effectuer une analyse socio-économique, les étapes suivantes consistent à évaluer les populations exposées au bruit, et à lui attribuer une valeur monétaire, ou de manière équivalente à estimer la demande sociale pour un environnement sonore de qualité.

Le rapport Boîteux constate que depuis 1980, de nombreuses études ont été menées dans plusieurs pays pour estimer la valeur des nuisances dues au bruit en fonction du consentement à payer, soit directement par enquêtes auprès des habitants cherchant à bénéficier de logements moins exposés au bruit, soit indirectement à partir de l'observation des prix du marché des biens immobiliers. Ces dernières études mettent en évidence la corrélation qui existe entre le niveau de bruit et la dépréciation de l'immobilier, même si les résultats obtenus restent encore assez dispersés. Le tableau ci-dessous, issu de ce rapport illustre cette relation.

Tableau 1 : relation gêne sonore – indice de dépréciation du foncier.

Auteurs	Année	Indice de bruit	Indice de dépréciation (en % par dB (A))
COLONY	1967	distance	0
TOWNE	1968	?	négligeable
DIFFEY	1971	L10 (18h)	0
NELSON	1970	LDN	0,88
GAMBLE & al.	1969-1971	Leq	0,26 – 0,54
ANDERSON & WISE	1971	Leq	0,31
VAUGHAN-HUCKINS	1971-1972	Leq	0,41 – 0,80
HAMMAR	1972	Leq	0,8 - 1,7
BAILEY	1977	Leq	0,38
ABELSON	1977	L10 (18h)	0,5
HALL & al.	1977	Leq	0,5
ALLEN	1980	L10 (18h)	0,15
PALMQUIST	1980	L10 (18h)	0,08 à 0,48
TAYLOR & al.	1982	Leq	0,5
POMMEREHNE	1985	Leq (6h-22h)	1 à 1,4
HEINONEN	1986	Leq (7h-22h)	1,06
SOGUEL	1989	Leq (6h-22h)	0,91
ITEN	1989	Leq (6h-22h)	0,90
VAINIO	1991	Leq (7h-22h)	0,36
RENEW	1995	Leq (24h) L10 (18h)	1,0 1,1

Source : Rapport du CADAS

(cité par le rapport Boîteux)

1-2 – Le bruit des aéroports

Le bruit fait l'objet d'une réglementation spécifique aux aéroports. De façon à prévenir le développement de l'habitat dans les zones exposées au bruit, des plans d'exposition au bruit (PEB) sont inscrits dans les documents d'urbanisme. En zone de bruit « fort » ou « intense », il est interdit de construire ou de densifier l'habitat existant. En zone de bruit « sensible », seules peuvent être autorisées, sous certaines conditions, des constructions en secteur déjà urbanisé. Enfin la loi du 12 juillet 1999 a instauré une zone, extérieure aux zones précitées, dans laquelle les constructions sont autorisées, sous réserve de respecter des normes d'insonorisation.

Le plan d'exposition au bruit est élaboré sur les bases de l'avant-projet de plan de masse. Dans les zones définies par le plan d'exposition au bruit, les extensions d'équipements publics sont interdites lorsqu'elles conduisent à exposer immédiatement ou à terme de nouvelles populations aux nuisances de bruit. Les plans d'exposition au bruit sont approuvés après enquête publique.

Les niveaux de bruit perçus autour des grands aéroports sont mesurés par des stations de mesure, dont les résultats sont régulièrement analysés et publiés, notamment sous la forme cartographique de contours de bruit correspondants à des niveaux de bruit constants. De façon à garantir la qualité des informations sur le bruit autour des aéroports et à fournir des avis indépendants sur les mesures prises pour lutter contre le bruit des avions, la loi du 12 juillet 1999 a créé l'autorité de contrôle des nuisances sonores (ACNUSA). L'ACNUSA peut être saisie directement par les associations de riverains. Elle a à connaître de toutes les questions relatives à la mesure du bruit, à l'évaluation de la gêne sonore et à la maîtrise des nuisances sonores engendrées par le transport aérien. Dans ce cadre, elle est notamment consultée sur les projets de réglementation de la circulation aérienne autour des principaux aéroports et sur les projets de réglementations du bruit autour des mêmes aéroports.

Les neuf principaux aéroports français disposent de programmes d'insonorisation des bâtiments. Lorsque des bâtiments sont situés à l'intérieur des plans de gêne sonore (PGS), ils peuvent bénéficier d'une aide à l'insonorisation ou, exceptionnellement, faire l'objet d'un rachat.

Les progrès réalisés sur les moteurs d'avion à réaction ont permis par ailleurs de réduire les émissions de bruit des nouveaux types d'avion d'une vingtaine de décibels en trente ans. Pour engranger les gains technologiques et inciter les constructeurs à aller plus loin, les avions sont certifiés selon les procédures internationales définies par l'organisation de l'aviation civile internationale (OACI). Les niveaux de bruit certifiés constituent la base des réglementations sur le bruit des avions. Les normes correspondantes ont fait l'objet de "chapitres" successifs annexés à la convention de Chicago.

En raison des progrès réalisés d'une génération d'avion à l'autre, le renouvellement naturel des flottes permet, à trafic constant, de réduire le bruit. Il y a onze ans, l'Europe et les Etats-Unis avaient fait connaître à l'OACI que ce renouvellement naturel ne serait pas suffisant, étant donné la forte croissance du trafic, pour respecter les objectifs environnementaux dans certaines régions du monde. Un cadre a été défini pour le retrait des avions dont les performances ne sont pas au moins égales à celles du chapitre 3. Sur les aéroports européens, les compagnies aériennes ont été contraintes de retirer progressivement d'exploitation depuis 1995, les avions qui ne respectent pas la norme du « chapitre 3 », leur retrait étant total le 1^{er} avril 2002. De nouvelles dispositions sont débattues au sein de l'OACI pour restreindre l'usage des avions « chapitre 3 », les plus bruyants. Parmi ces avions figurent des avions initialement « chapitre 2 » qui ont été munis de « hushkits », c'est-à-dire d'atténuateurs de bruit, de façon à atteindre les limites du chapitre 3. Afin de préparer cette nouvelle vague de restrictions, l'Union européenne a adopté un règlement (925/1999) qui interdit de nouvelles immatriculations d'appareils munis de « hushkits » à partir du 4 mai 2000.

Le bruit perçu au sol dépend aussi des conditions d'exploitation, et notamment de la situation météorologique. Celles-ci influent en effet sur l'impact environnementale en déterminant les positions du trafic face à l'est ou à l'ouest. Des procédures de vol « à moindre bruit » sont définies. Elles sont incluses dans la réglementation. La concertation sur ces procédures s'est développée à partir de la loi du 11 juillet 1985 relative à l'urbanisme au voisinage des aérodromes, avec la création de commissions consultatives de l'environnement (CCE).

FIGURE 1 : Le plan d'exposition au bruit de Roissy

Le PEB définit des zones A, B et C, et prochainement D, selon les nuisances sonores auxquelles elles seront exposées. Les zones A et B sont des zones de bruit fort, la zone C est une zone de bruit modéré. Dans les zones A, B et C l'utilisation des sols est réglementée, afin d'y interdire ou d'y limiter la construction de logements. S'agissant de la zone D, où le bruit est plus faible, il n'y a pas de limitation à la construction, mais obligation d'isolation phonique des nouvelles habitations. La zone A est à l'intérieur de la courbe isophonique IP 96, la zone B est comprise entre les courbes IP 96 et IP 89, la zone C est comprise entre la courbe IP 89 et une valeur de l'indice phonique choisie entre 84 et 72, l'indice inférieur étant fixé par le Préfet. Dans les zones A, B et C ne sont pas autorisées les constructions d'immeubles collectifs à usage d'habitation, d'habitats groupés (lotissement...) et de parcs résidentiels de loisirs. Les maisons d'habitation individuelles sont interdites dans les zones A et B, mais autorisées dans la zone C, si cette dernière est déjà urbanisée, et desservie par des équipements publics et si les habitations nouvelles n'entraînent qu'un faible accroissement de l'existant.

1-3 La régulation des nuisances sur Roissy-Charles de Gaulle

Une charte de qualité de l'environnement sonore a été adoptée par la CCE le 12 octobre 1998. Celle-ci décline sous forme de mesures ces différentes approches dans le cas particulier de l'aéroport de Roissy. Elle illustre la variété des paramètres d'action possibles, et la diversité aussi des acteurs concernés, d'où la nécessité de constituer un cadre propice à leur partenariat. Ceci passe par le développement des réseaux sur mesure, des indicateurs et de l'information.

Les actions visant à la réduction des nuisances sonores distinguent cinq grands thèmes : la réduction du bruit à la source (réglementation OACI, travaux européens) ; les restrictions concernant les utilisations les plus bruyantes, notamment les mouvements nocturnes ; l'appui aux comportements économes ; l'aide aux riverains (taxe bruit ; aides à l'insonorisation) ; la maîtrise de l'urbanisation.

Dans ce paquet, le recours à l'instrument « réglementaire » apparaît prédominant. Ce dispositif s'est par ailleurs révélé insuffisant, dans deux dimensions :

- les mouvements nocturnes ; quoique l'indice de bruit nocturne soit assez stable depuis 1997, le trafic de nuit a fortement augmenté depuis cette date, dans des conditions qui sont jugées peu acceptables par les riverains,

- les perspectives induites par l'augmentation du trafic. Les réflexions sur les possibilités d'extension de Roissy-charles-de-Gaulle, avec l'éventualité de créer une cinquième piste pour répondre à l'accroissement prévu du trafic, se sont trouvées confrontées à l'impossibilité de concilier un tel scénario, avec la demande des riverains concernant la gêne sonore. Pour les sécuriser, l'engagement avait été pris de limiter le trafic de Roissy à 55 millions de passagers. Comme le montre le tableau suivant, le bridage ainsi constitué aurait été important, et il ne peut être aisément comblé par les marges de manœuvre envisageables concernant d'éventuels reports sur les TGV ou les aéroports de province. Accessoirement, un plafonnement exprimé en nombre de passagers ne répond pas immédiatement aux problèmes posés par le développement de l'activité nocturne, qui résulte notamment de celui du transport - express.

Tableau 2 – Perspectives sur Roissy

	Trafic 1999 millions passagers	Mouvements effectifs milliers	Prévision au fil de l'eau sans plafonnement*		Plafond	« Delta non servi » en 2020
			2010	2020		
Roissy	43,5	467	63	88	55	- 33

* scénario « compagnies globales » du SSCT : +3,4% par an

Au delà des possibilités, en cours d'examen, d'améliorer techniquement ces règles de plafonnement, et de mieux en objectiver les fondements au regard des perspectives d'évolution de la gêne sonore et de la valeur sociale à lui attribuer, ces déséquilibres conduisent à s'interroger, dans un cadre économique d'ensemble, sur la régulation du bruit, et

sur les possibilités de concilier au mieux les désirs de mobilité des passagers, et le souci de qualité de vie des riverains.

2- VERS UNE APPROCHE ECONOMIQUE DE LA REGULATION DE LA GENE SONORE

2-1 Principes d'une gestion efficace

Ceux-ci peuvent être définis dans le cadre des modèles de base pour la prise en compte des externalités en économie publique (Henriet et Henry [1997]). Ceux-ci sont rappelés dans l'encadré 1 en distinguant seulement deux types d'agents ; les riverains, pris dans leur ensemble, et caractérisés par la valeur monétaire qu'ils accordent à la réduction de la gêne sonore ; les compagnies aériennes, qui disposent de différents leviers pour réduire cette gêne, plus ou moins coûteux. Le gestionnaire de plate-forme, le contrôle aérien et les agences en charge de la mise en œuvre de l'insonorisation peuvent formellement être incorporées dans le modèle, en plus des compagnies.

Encadré 1 : Une plate-forme et ses nuisances

1 - Hypothèses

. K compagnies aériennes (j), contributions aux nuisances q_j . Les nuisances subies par les riverains valent $q = \sum q_j$

En l'absence de régulation, on note $q_{j,r}$ les émissions de référence

Les riverains sont prêts à payer $\Phi(q_r - q)$ pour passer de q_r à q

Chaque entreprise peut réduire ses nuisances avec un coût total $c_j(q_j)$, coût marginal γ_j

2 – Première étape : répartition optimale des efforts de diminution de la gêne sonore à niveau fixé

On suppose donné le montant total des nuisances à ne pas dépasser, soit q . A l'optimum, les coûts marginaux de dépollution doivent être égaux pour toutes les compagnies, soit $\gamma(q)$.

3 – Deuxième étape : niveau de gêne sonore optimale

Si Φ' est différent de $\gamma(q)$, alors il existe un échange mutuellement avantageux, entre les riverains et l'un (quelconque) des pollueurs, combinant modification du niveau des rejets et transfert compensateur. L'efficacité réclame donc l'égalité entre la valeur marginale de la qualité de l'environnement sonore et le coût marginal de réduction de cette gêne.

Les résultats rappelés ainsi peuvent être résumés comme suit :

- une politique efficace de régulation doit répartir les efforts de diminution de la gêne sonore de manière appropriée, vérifiant qu'à la marge, le coût d'un effort de réduction supplémentaire soit identique, quel que soit l'agent à qui il serait demandé. Sinon il serait en effet mutuellement avantageux que la compagnie qui a un coût marginal élevé demande à une autre de réaliser cette diminution, et qu'elle la compense pour cela. C'est typiquement ce que ne peut faire une réglementation, dont la nature rigide fait que, pour certains, l'effort demandé sera excessivement coûteux, alors que des gisements de réduction à faible coût pourront demeurer inexploités.
- il existe un niveau de gêne sonore « optimale », caractérisée par l'égalité du consentement marginal à payer pour la diminution de la gêne sonore et du coût marginal nécessaire pour cela.
- les instruments économiques, fondés sur la mise en place d'un signal-prix (taxe sur le bruit, subventions à sa diminution, marché d'autorisations) assurent que la répartition des efforts sera efficace. (Encadré 2).

Encadré 2 . Instruments économiques

Instruments de type fiscal. Face à une taxe sur les nuisances t et à une subvention des efforts de diminution de la gêne sonore α , chaque compagnie choisit un niveau d'émission tel que : $t/(1-\alpha) = \gamma_j$

On assure donc ainsi l'égalité des coûts marginaux de diminution des nuisances entre les compagnies

Si t et α sont par ailleurs tels que $t/(1-\alpha) = \Phi'$, le niveau de gêne sonore est optimal.

. Marché d'autorisations

Le niveau visé de plafond des nuisances q est réparti entre les compagnies : chacune reçoit une autorisation initiale de pollution q_{0j}

Ces droits sont échangeables sur un marché, dont on note p le prix d'équilibre

Si les offres/demandes d'échanges sont concurrentielles, elles vérifient du côté des entreprises : $\gamma_j = p$

On a donc les conditions d'efficacité, et ce quelle que soit l'allocation des droits initiaux !

Si par ailleurs « le » riverain peut racheter des autorisations, il interviendra à hauteur de $\Phi' = p$, soit la condition d'optimalité sur la gêne sonore.

2-2 Pertinence pour la gestion aéroportuaire

Aussi bien l'approche fiscale que les marchés de permis d'émissions ont maintenant été expérimentés de manière opérationnelle, la première notamment dans les pays du Nord de l'Europe, les seconds aux Etats-Unis. Les résultats (cf. revues de l'OCDE) sont conformes à la théorie, avec des gains associés à une répartition efficace des efforts qui se matérialisent notamment : par des niveaux de dépollution supérieurs à ceux qui étaient attendus, lorsqu'il est recouru à l'approche fiscale ; des coûts nécessaires pour atteindre le niveau de dépollution fixé, inférieures à ce qui était escompté avec les marchés de permis d'émission, c'est-à-dire de bonnes surprises sur le prix de ces permis. D'un point de vue général, l'efficacité et la faisabilité de ces instruments sont donc aujourd'hui bien documentées, étant entendu évidemment que leur mise en œuvre doit être correctement conçue, en s'appuyant sur des études et des concertations préalables approfondies.

La question que l'on peut se poser en revanche est celle de son degré de pertinence dans le cadre de la gestion aéroportuaire. Avant de considérer les arguments précis qui conduisent à envisager une telle approche, il convient cependant de bien mesurer la complexité du problème posé à Roissy pour satisfaire les compagnies et les riverains. Des instruments dont l'essence est de maximiser le « surplus » à distribuer, pour trouver des arrangements « gagnant-gagnant » entre ces intérêts contradictoires ne sauraient être négligés dans une telle situation.

De manière plus positive, il a été souligné à quel point les leviers d'action sur la gêne sonore étaient potentiellement nombreux et de nature diverses, avec des acteurs concernés très variés. Ce sont exactement les conditions dans lesquelles une approche par les prix est nécessaire, pour orienter les choix de tous ces acteurs, et mobiliser tous les gisements envisageables de diminution de la gêne sonore en répartissant les efforts entre ceux-ci de manière efficace. L'approche est par ailleurs extrêmement flexible : les agences intervenant sur l'insonorisation, par exemple, peuvent y être incorporées, en les rémunérant par les permis qu'elles génèrent ; l'évaluation de la rentabilité d'une cinquième piste éventuelle devra alors intégrer la nécessité pour les compagnies concernées d'acheter les permis correspondants etc...

Le rôle des prix dans l'orientation des choix des acteurs concernés se trouve par ailleurs documenté, notamment pour ce qui concerne la détermination de la demande (cf. encadré 3)

Encadré 3. Le rôle des prix dans la formation de la demande (source Delache, 2001)

L'internalisation des coûts environnementaux dans les prix des transports aériens affecterait significativement la demande, dans un secteur où toutes les composantes de la demande sont très sensibles aux prix.

En premier lieu, le trafic aérien, comme bien de consommation « supérieur », apparaît très sensible à son prix :

Electricité du trafic aux prix : quelques éléments disponibles

	Elasticité	Facteur, source
Trafic aérien ensemble	-0,4 à -4,5	OCDE, 2000
Trafic aérien loisirs	-0,4 à -2,0	OCDE, 2000
Trafic aérien affaires	-0,65 à -1,15	OCDE, 2000
France-Europe	-0,35	OCDE, 1992
France Intérieur	-0,7	OCDE, 1992
France Intérieur	-0,7 +0,4	Prix propre Prix ferroviaire MELT, SES, 2000

En second lieu, ce trafic apparaît très sensible aux conditions de concurrence avec le TGV, les deux produits étant fortement substituables pour des liaisons de l'ordre de 500 km. Or, le trafic Paris -Province représente environ 30% du trafic d'Aéroports de Paris.

	Elasticité	Facteur, source
France Intérieur	-0,7	Prix propre
	+0,4	Prix ferroviaire MELT, SES, 2000

De manière plus précise un signal – prix différencié agirait sur deux leviers sensibles, et actuellement mal pris en compte :

- la répartition temporelle du trafic. Les structures horaires des trafics des aéroports parisiens sont en effet marquées par des pointes fortes, si on les compare à celles de leurs homologues.

- le taux d'emport des avions, qui lui est faible relativement, avec un emport-moyen en 1999 de 93 passagers par mouvement, contre 138 à Heathrow, par exemple.

Des marges de manœuvre semblent donc disponibles pour accueillir plus de passagers, à niveau de nuisances équivalent pour les riverains. Certes, on pourrait avancer que ces lacunes de la réglementation peuvent être comblées, et que des réflexions sont en cours en ce sens, pour les mouvements nocturnes en particulier. Cette voie semble cependant intrinsèquement limitée, car comment, sans prix de référence, choisir des transports express ou postaux, des passagers en correspondance du système de hub, ou des passagers moyenne distance, ceux qui devraient être évincés des horaires sensibles ? De même, comment arbitrer entre la fréquence et la taille des vols domestiques, ou entre les différentes classes de destinations, pour élever le taux d'emport ? Comment mettre en place les incitations pour réaliser les vols à moindres nuisances ? etc....

2-3 Tarification ou marché d'autorisations ?

L'introduction d'un signal – prix pour faire internaliser par les compagnies aériennes et les passagers les coûts des nuisances sonores qu'ils génèrent, et par là orienter efficacement leurs choix peut se faire de deux manières : par la mise en place d'une tarification publique (taxe sur le bruit, différenciation des redevances pour créneaux horaires) ; ou par la création d'un marché d'autorisations d'émissions.

En théorie, ces deux instruments sont strictement équivalents, si la puissance publique dispose de toute l'information nécessaire pour fixer au niveau optimal le niveau du tarif, ou la quantité totale de permis allouée (selon l'option choisie). Du point de vue incitatif, ce qui compte en effet pour orienter le choix des agents est le niveau de prix qui émergera finalement, soit sous forme tarifaire, soit par le biais du prix des permis.

Les deux approches peuvent en revanche avoir des effets redistributifs différents. Cependant, ceux-ci ne dépendent pas tant du choix de l'approche, que des modalités retenues par ailleurs au sein de celles-ci : dosage entre taxation du bruit et subventionnement des mesures de diminution de la gêne sonore ; et existence ou non d'abattements à la base pour l'approche tarifaire ; répartition des droits initiaux pour les marchés de permis, avec les deux cas extrêmes que sont d'un côté, l'allocation sur la base des émissions passées, qui consolide les droits acquis (« grandfathering »), et à l'opposé leur mise aux enchères, qui aboutit aux mêmes résultats, en information parfaite, qu'une pure taxe sur le bruit.

Plusieurs arguments peuvent orienter le choix entre l'approche tarifaire et l'approche des permis échangeables.

Du point de vue théorique, un argument important est associé à l'incertitude. Si l'on craint un effet de seuil « catastrophique » sur les dommages, l'approche des permis est alors préférable car la limite fixée aux nuisances est stricte. Si l'on craint au contraire d'engager des coûts démesurés, l'approche tarifaire a le mérite de borner supérieurement le coût des efforts engagés pour réduire les nuisances, le paiement de la taxe étant en effet « libérateur ».

L'approche des permis, si les riverains participent au marché, par le biais des collectivités concernées, présente par ailleurs l'avantage que la puissance publique n'a pas à évaluer préalablement les coûts sociaux des dommages sonores pour créer les incitations optimales. Il lui suffit d'organiser le marché, qui lui révélera cette valeur. Cet argument doit toutefois tenir compte du fait que la qualité sonore est un bien public. L'efficacité de l'intervention des collectivités territoriales suppose donc une certaine homogénéité (ou symétrie) de la distribution des préférences de leurs électeurs.

Malgré cette limite, ce second argument pousse sans aucun doute vers la solution du marché de permis. L'approche tarifaire aurait en effet comme prérequis l'établissement d'un consensus objectif sur la valeur de la gêne sonore vis à vis de laquelle on souhaite légitime de se prémunir. Or c'est celui-ci qui semble justement très difficile à obtenir. L'efficacité de la solution des permis nécessite cependant un apprentissage, avec le risque d'avoir transitoirement des niveaux de prix excessifs dont la contrepartie, en termes d'acceptabilité, étant de garantir, ex ante, un niveau de qualité sonore aux riverains, ce qui peut faciliter la discussion initiale.

L'état initial de la réglementation peut aussi influencer les choix. Aux Etats-Unis, les premiers marchés, dits de crédits d'émission, se sont ainsi constitués sur la base de systèmes d'autorisation pré-existants, auxquels ils apportaient la flexibilité des échanges. Cet argument n'apparaît pas majeur dans le cas de notre problème, car si des plafonnements globaux ont été envisagés, ils ne se sont pas concrétisés en autorisations individuelles, par compagnie par exemple. En sens inverse, on peut même observer que les instruments tarifaires (taxe sur le bruit, redevances pour créneaux horaires) existent et qu'il suffirait donc de les moduler pour leur faire jouer le rôle voulu d'incitations vis à vis du bruit.

Finalement, un élément qui peut être déterminant tient à l'organisation de la régulation. En présence d'une autorité publique bien établie, qui maîtriserait l'ensemble de la gestion aéroportuaire, c'est à dire au moins l'attribution des créneaux et le développement de la plateforme, la solution de la tarification publique s'imposerait probablement. Ce responsable devrait en effet élaborer une tarification qui prenne en compte à la fois, la congestion, et les nuisances sonores.

Malheureusement, l'organisation à considérer est plus complexe, le coordinateur des créneaux (COHOR) étant une entité indépendante. Si l'on peut se réjouir que l'argument environnement puisse être pris en compte dans les barèmes des redevances et l'attribution des créneaux horaires, car ceci en reconnaît l'importance, on peut craindre aussi un mélange des genres. Comment chaque régulateur interviendra – t- il en effet sur la taille des avions, leur productivité, l'articulation avec celle des aéroports etc ? Leurs décisions seront elles « cohérentes » ? Certes, on pourrait imaginer que le « bon » régulateur intervienne en amont, et corrige par anticipation d'éventuelles distorsions sur les marchés des créneaux. Il est peut être plus raisonnable cependant dans un tel cas de bien établir en premier les responsabilités, en séparant donc celles concernant la congestion et le développement aéroportuaire, et celle du bruit.

3- LES GAINS PROCURES PAR UNE APPROCHE ECONOMIQUE

3-1. Estimation sommaire : ajustement combiné du trafic et du taux d'emport

L'estimation du surplus social que procurerait une approche économique de la gestion de la gêne sonore de Roissy- CDG nécessite tout d'abord de préciser ce que serait cette gestion dans la situation de référence : comment serait géré le rationnement ? quels vols seraient prioritaires ? etc.. On doit distinguer ensuite le niveau d'optimisation visé, par référence aux deux étapes du processus défini ci-dessus : répartition efficace des efforts de diminution à objectif de gêne sonore fixé ; choix de cet objectif, en fonction du consentement à payer des riverains pour réduire la gêne sonore.

Compte tenu, d'une part que les hypothèses qui seraient faites sur la manière de gérer les rationnements pourraient sembler arbitraires (en dépit de la certitude que l'information et les conditions pour gérer au mieux la pénurie seraient très difficiles à réunir) d'autre part que l'absence de consensus préalable sur la valeur du bruit est justement un élément de contexte important, l'exercice esquissé ci-dessous consiste à évaluer le surplus apporté par le passage : d'une régulation des passagers « efficace de second rang » ; à une régulation efficace permettant d'atteindre le même niveau de gêne sonore.

Par « efficace de second rang », on suppose que ce sont les passagers dont le consentement à payer est le plus faible qui seraient évincés dans la situation de référence. Pour fixer les idées, on supposera, que, pour cela, une taxe sur les passagers aurait été mise en œuvre. La régulation efficace peut ensuite recourir, soit à une taxe sur le bruit, soit à un marché de permis. C'est ce second scénario qui sera explicité.

Le surplus ainsi calculé sous estimera donc le gain réel qu'apporterait le basculement d'un plafonnement des passagers à une régulation efficace de l'objectif implicite de bruit correspondant, car il est peu probable que le rationnement initial aurait efficace. En revanche,

il convient de noter que ce gain intègre deux éléments liés : le passage à un plafonnement de la gêne sonore ; et le fait que celui-ci soit géré en recourant à des instruments économiques.

Afin d'illustrer les mécanismes à l'œuvre, on considère tout d'abord un modèle simple qui permet d'illustrer comment une approche économique permettrait de mobiliser le paramètre taux d'emport. L'accent mis sur celui-ci se justifie par le fait que dans la situation actuelle, la faiblesse de ce taux apparaît comme un gaspillage manifeste.

Les hypothèses du modèle sont les suivantes :

- côté demande, on suppose que la valeur monétaire totale associée à la satisfaction d'un niveau X de trafic vaut $u(X) = 2\sqrt{A} \cdot \sqrt{X}$, A étant un paramètre. L'élasticité de ce trafic par rapport au prix p vaut donc 2, soit :

$$X = A/p^2$$

- côté offre, on suppose que le coût d'un mouvement vaut $C(x) = a + bx^2$, x étant le taux d'emport, a et b deux paramètres techniques. Cette spécification, qui combine un coût fixe et un coût marginal croissant définit naturellement un taux d'emport optimal pour les compagnies.

Plus précisément, si l'on suppose le marché concurrentiel, et suffisamment large, l'équilibre avec libre entrée tend vers la situation caractérisée par : un prix p égal au minimum du coût moyen, soit $p = 2\sqrt{ab}$ et un taux d'emport $x = \sqrt{a/b}$, le nombre de mouvements n valant donc $n = X/x$

Si il n'y avait pas à tenir compte des coûts sociaux, que l'on supposera dans un premier temps proportionnels à ce nombre de mouvements, cet équilibre serait efficace, puisque : le trafic serait réparti de manière homogène sur un nombre de mouvements minimisant le coût total, $CT(n,x) = nc(x)$ à trafic donné ; le niveau trafic étant par ailleurs approprié, puisque le consentement à payer du dernier passager servi est juste égal au coût marginal nécessaire pour satisfaire sa demande.

On suppose maintenant que, dans la situation de référence, ce trafic est plafonné à X_p par l'instauration d'une taxe t par passager. Celle-ci n'affecte donc ni le taux d'emport, ni le prix à la production p .

L'équilibre vérifie donc :

$$x_p = \sqrt{a/b} \quad p_p = 2\sqrt{ab} + t \quad X_p = A/(p_p)^2$$

On note $n_p = X_p / x_p$ le nombre de mouvements correspondant, qui sert de référence pour le passage à une approche économique de la régulation de l'aéroport, le nombre de permis alloués étant égal à cette valeur.

Si l'on note q le prix des permis (par mouvement), la régulation efficace correspondante est alors caractérisée par un taux d'emport et un prix tels que :

$$x^* = \sqrt{(a+q)/b} \quad p^* = 2\sqrt{(a+q)b}$$

L'ajustement au plafonnement de la gêne sonore sera donc partagé entre : le taux d'emport ; et le prix du billet. Le prix du permis q est déterminé par l'équilibre du marché correspondant, soit :

$$n_d = X^*/x^* = A/(p^{*2} \cdot x^*) = n_p$$

Cet équilibre (si le nombre de mouvements est important) est identifiable à l'optimum correspondant à la maximisation du surplus $W = u(X) - CT(n, x)$ sous la contrainte correspondant au plafonnement de la gêne sonore $n < n_p$. Le gain apporté par l'approche économique de la régulation vaut donc :

$$\Delta W = [u(X^*) - u(X_p)] - [CT(n_p, x^*) - CT(n_p, x_p)]$$

Le premier terme correspond au surplus brut procuré aux passagers, par le relâchement de la contrainte sur le trafic. Il faut cependant en retrancher le surcoût marchand lié à la satisfaction de cette demande supplémentaire grâce à l'accroissement du taux d'emport.

L'encadré 4 propose une première application numérique, qui illustre le surplus social annuel apporté. Celui-ci est important si l'on se rappelle qu'il s'agit d'un pur bénéfice, qui peut être réparti entre les acteurs concernés et non un transfert entre ceux-ci.

Il augmenterait par ailleurs avec le temps, le rationnement devenant de plus en plus coûteux avec le développement de la demande.

Le fait que l'ensemble de la demande spontanée avant plafonnement ne soit pas servie dans le scénario efficace ne saurait surprendre, celle-ci étant socialement excessive dans la mesure où elle n'internalise pas les coûts marginaux des dommages liés au bruit. Comme il a été indiqué ci-dessus, la question qu'il faudrait examiner ensuite est de comparer la valeur attribuée à ceux-ci par le marché de permis, à celles que l'on peut estimer directement, à partir d'enquêtes ou du comportement des riverains, ou des prix fonciers au voisinage de l'aéroport. En d'autres termes, il s'agirait d'apprécier si l'objectif retenu pour les nuisances sonores est optimal. Le fait qu'un marché de permis objective la valeur associée au plafonnement ne peut que faciliter cette rationalisation, par rapport à une approche réglementaire qui maintient cachée cette valeur (et ne retient en général pas une seule valeur commune, d'ailleurs).

Encadré 4. Application numérique

Hypothèses. Partant d'un trafic de 48 millions de passagers en 2000 on se place en 2010, avec un trafic spontané (possible) de 71 millions de passagers (+ 4% par an). On suppose qu'en l'absence de régulation particulière, le taux d'emport resterait à son niveau actuel, avec un prix du billet de 150 euros, ce qui fixe les paramètres a et b.

Résultats (pour l'année 2010)

	Trafic non régulé	Plafonnement à 55M de passagers	Approche économique (même niveau de nuisances)
emport	100	100	109
prix du billet	150 €	170,4 €	163 €
trafic	71 M	55 M	60 M

Le scénario avec plafonnement des passagers correspond donc à une taxe implicite sur le billet de 13%. Le prix des permis dans le second scénario s'établit par ailleurs à 1392 € par mouvement.

Le surplus social annuel procuré par l'approche économique s'établit à 150 M. € pour l'année 2010.

3-2 Portée du modèle et extensions possibles

Au delà des modifications possibles de paramètres numériques, ce modèle peut être enrichi dans deux directions : une description plus fine de la demande, des technologies, et des modalités d'ajustement possibles pour réduire la gêne sonore ; l'introduction de comportements non concurrentiels sur les marchés concernés.

Sur le premier point, il est clair en effet qu'un modèle agrégé est trop schématique. Par ailleurs, seul a été pris en compte l'arbitrage entre prix du billet et taux d'emport, alors que la question de la structure horaire du trafic, par exemple, est aussi très importante.

Conceptuellement, construire un modèle de simulation plus désagrégé ne pose pas de problème particulier – si ce n'est de données – compte tenu des instruments économétriques qui ont été développés de manière générale pour l'économie des transports. On en esquissera ci-dessous les spécifications si l'on veut distinguer deux plages horaires, aux caractéristiques différenciées en termes de dommages sonores. Plus généralement, le critère de bruit devrait être enrichi pour sortir de l'identité entre le bruit et le nombre de mouvements, qui est évidemment schématique. De même, on pourrait décrire plus finement la structure de la flotte. On illustrerait ainsi une autre facette de l'intérêt d'une démarche recourant au prix : orienter la restructuration de la flotte vers les avions les plus performants socialement, c'est à dire, ceux dont c'est le coût fixe « social » $a+q$ qui est faible, et non seulement le coût fixe marchand a .

La remise en cause de l'hypothèse concurrentielle soulève des enjeux plus complexes, car elle peut interférer avec le choix d'instruments, entre tarification et permis. Dans le cas où l'on considère la gêne sonore comme strictement complémentaire des mouvements il est clair en effet que ce qui compterait au fond est le prix total du créneau horaire, c'est à dire la somme de la tarification du créneau et de celle de la gêne sonore associée.

L'hypothèse de la complémentarité stricte est cependant trop schématique. D'autres paramètres sont à prendre en compte, par exemple le pilotage. Surtout, elle ne tiendrait plus dans un modèle distinguant plusieurs pages horaires, sauf à supposer une corrélation parfaite entre la valeur des créneaux, eu égard aux capacités aéroportuaires, et la valeur de la gêne sonore associée. Par ailleurs, le fait que, pour les compagnies aériennes, le créneau horaire et les nuisances sonores soient complémentaires n'empêche pas nécessairement de faire fonctionner simultanément deux marchés concurrentiels, l'un pour les créneaux, l'autre pour la gêne sonore.

L'idée sous-jacente semble plutôt que le marché des créneaux ne serait pas concurrentiel, et qu'il devrait en être tenu compte dans la tarification du bruit ; et qu'à cet égard une tarification publique offrirait plus de marges de manoeuvre qu'un marché de permis. A cela, on peut objecter, que si distorsions sur le marché des créneaux horaires il y a, le mieux est de commencer par mettre en place les instruments correctifs au bon niveau, c'est à dire de renforcer la politique de la concurrence sur le marché des créneaux horaires. Ceci n'a rien de théorique, les différentes dispositions existantes encadrant l'attribution des créneaux par leur coordonnateur s'inscrivent dans cette perspective : vérification que les créneaux alloués sont utilisés à hauteur de 80% avant réattribution ; redistribution prioritaire – à hauteur de 50% au moins – des créneaux disponibles aux entrants éventuels.

L'évaluation de ce point ne peut donc s'affranchir d'une analyse préalable approfondie des comportements stratégiques et des structures industrielles en cause, aux deux niveaux : des compagnies aériennes et des plates-formes aéroportuaires. Tout au plus peut-on suggérer à ce stade que l'évaluation de l'impact de l'institution d'un marché de permis pour les nuisances sonores devrait être amendée pour tenir compte de la structure des marchés concernés ; mais que ceci ne discrédite pas pour autant l'existence de bénéfices importants à en tirer.

Ceci peut être illustré en comparant ce qu'apporte le passage d'un plafonnement par passagers, (contraignant), à un plafonnement géré efficacement des nuisances au même niveau, sous deux hypothèses : fonctionnement concurrentiel du marché ; complète monopolisation de la plate-forme par une compagnie (ou de manière équivalente cartellisation des compagnies intervenant sur celle-ci, et intégration avec la gestion des créneaux).

Dans le premier cas, la concurrence est efficace pour un nombre d'entreprises suffisant. On peut donc résumer le changement de régulation par le schéma suivant ; comme le passage de l'optimum du programme 1 à celui du programme 2.

①		②
$\begin{aligned} & \text{Max } U(X) - CT(n,x) \\ \text{sc. } & X = nx \\ \text{et } & X \leq X_p \end{aligned}$	$\Rightarrow n_p \Rightarrow$	$\begin{aligned} & \text{Max } U(X) - CT(n,x) \\ & X = nx \\ & n \leq n_p \end{aligned}$
	sc.	et

Sous l'hypothèse de monopolisation et d'intégration de la plate-forme, le changement de régulation serait schématisé de même par :

$$\begin{array}{ll}
 \textcircled{1} & \textcircled{2}' \\
 \max pX(p) - CT(n,x) & \max pX(p) - CT(n,x) \\
 \text{sc. } X = nx & \Rightarrow n_p \Rightarrow \text{sc. } X = n x \\
 \text{et } X \leq X_p & \text{et } n \leq n_p
 \end{array}$$

Dans le second cas, on observe que l'effet du changement de régulation sera moins bénéfique aux usagers, car il implique une baisse de prix, qui est défavorable pour le profit du monopole. Mais il y aura bien un accroissement du taux d'emport, par rapport à son niveau de référence (qui est identique dans les cas ① et ②', car le monopole a intérêt à minimiser ses coûts). Par ailleurs, le monopole – ou le cartel – aurait intérêt à mettre en place un marché interne de permis pour gérer la contrainte $n \leq n_p$ (comme Shell et BP l'on fait de manière expérimentale pour gérer leurs gaz à effet de serre). Enfin, la correction du comportement malthusien du monopole serait assurée ici au mieux en agissant directement sur la demande.

3-3 Prise en compte des reports horaires

Comme il a été vu, la réduction du trafic de nuit et un certain étalement des pointes journalières pourraient constituer des facteurs importants de diminution de l'exposition des riverains à la gêne sonore, cette flexibilité supplémentaire permettant d'accroître encore – à niveau de nuisances donné – le trafic servi.

Ces éléments peuvent aisément être intégrés dans la modélisation. A titre d'illustration, on considère ci-dessous, le cas de deux sous-périodes, en supposant une élasticité de substitution unitaire des trafics (y, z) entre les deux plages horaires. On suppose que la valeur de la gêne sonore associée à un mouvement dans la plage z est ϕ fois supérieure à un mouvement dans la plage y . En d'autres termes, l'indice de bruit à considérer est $n_y + \phi n_z$. Ayant indicé par y et z les grandeurs (emports, prix et prix du permis, mouvements) correspondant à chaque plage horaire, le modèle se déduit simplement du précédent X et p désignant des indices agrégés de volume de trafic et de prix. α caractérise sa répartition horaire dans la situation de référence.

$$\text{Avec } X = (y/\alpha)^\alpha (z/(1-\alpha))^{1-\alpha} \text{ et } p^\alpha = p_y^\alpha p_z^{1-\alpha}$$

On aura encore

$$u(X) = 2 \cdot \sqrt{A} \cdot \sqrt{X} \text{ d'où } X = A/p^2$$

$$\text{avec } p_y y / p_z z = \alpha / (1-\alpha)$$

En l'absence de régulation, - on aurait - sous l'hypothèse concurrentielle - comme précédemment :

$$p_y = p_z = 2\sqrt{ab} \quad \text{et } x_y = x_z = \sqrt{a/b}$$

Un plafonnement du nombre de passagers à X_p sous forme de taxe t conduirait à l'équilibre caractérisée par le niveau de bruit $n_{py} + \phi n_{pz}$ et, la même structure horaire du trafic, avec :

$$x_y = x_z = \sqrt{a/b}; p_y = p_z = 2\sqrt{ab} + t = p; \quad y+z = X = X_p = A/(p^2);$$

et $n_{py} = y/x_y \quad n_{pz} = z/x_z$

Dans l'hypothèse d'un marché de permis, si un permis est requis en période « y » par toucher, « ϕ » permis doivent être nécessaires en période « z ». Notant q le prix d'un tel permis, l'équilibre est alors déterminé par les équations générales précédentes et :

$$p_y = 2\sqrt{(a+q)b} \quad p_z = 2\sqrt{(a+fq)b}$$

$$x_y = 2\sqrt{(a+q)/b} \quad x_z = 2\sqrt{(a+fq)/b}$$

et

$$(y/x_y) + f(z/x_z) = n_{py} + \phi n_{pz}$$

Le premier résultat est que cette régulation efficace se concrétisera par une différenciation accrue des prix du billet entre les deux plages horaires. Cette internalisation de la valeur du bruit dans les prix orientera donc la structure temporelle de la demande.

Un second point notable est que le taux d'emport lui-même sera différencié, l'internalisation de la gêne sonore conduisant les compagnies à retenir un taux d'emport plus élevé sur la plage horaire sensible. En d'autres termes, l'introduction d'un marché de permis rend inutile de créer un système de priorités aux avions transportant beaucoup de passagers dans l'allocation des créneaux car ils génèrent moins de gêne sonore au passager, le marché de permis étant suffisant pour générer en lui-même les modifications de comportement souhaitables en ce sens.

Conclusion

Le scénario consistant à résoudre le conflit entre les riverains de Roissy et ses usagers, en plafonnant son utilisation et en créant une nouvelle plate-forme, s'inscrit dans deux traditions bien établies : celle des ingénieurs, qui, faisant face à une perspective de saturation d'un équipement, proposent un nouvel investissement de capacité ; celle des environnementalistes, qui, pour contenir une nuisance, proposent une réglementation.

Le résultat est une solution potentiellement source de gaspillages considérables, ne satisfaisant ni les uns, ni les autres. Une approche économique serait de nature à les réduire, en fournissant des marges de manœuvre pour des scénarios gagnant -gagnant.

Elle peut recourir, soit à une différenciation de la tarification des créneaux, soit à l'introduction d'un marché de permis d'émissions. L'absence d'autorité unique, qui serait pleinement responsable de cette tarification, et la nature des acteurs concernés suggèrent plutôt de privilégier la seconde solution.

Bibliographie

- . Boîteux M. et al. (2001) « Choix des investissements et coûts des nuisances ». Rapport au Commissariat général au Plan. La documentation française.
- . Chatelus G. et Moura P. (2001) « Opportunité de la construction d'un troisième aéroport dans le bassin parisien ». Direction de la prévision.
- . Delache X. (2001) – « Evaluation d'un troisième site aéroportuaire international : synthèse des contributions de la D4E à la première phase du débat public ». direction des études économiques et de l'évaluation environnementale ».
- . Henriot D, Henry C (1997) – « Cours d'économie publique ». Ecole polytechnique.